

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний авіаційний університет

Аерокосмічний факультет
Кафедра авіаційних двигунів

УЗГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи

_____ Є. Романенко
«24» 09 2021 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

_____ А. Полухін
_____ 2021 р.

УЗГОДЖЕНО

Декан аерокосмічного факультету

_____ М. Кулик
«24» 09 2021 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

«Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»

Освітньо-наукова програма: «Енергетичне машинобудування»

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»

Статус дисципліни: варіативний компонент

Форма навчання	Семестр	Усього (годин/кредитів ECTS)	Лекції	Практичні/лабораторні заняття (семінари)	Самостійна робота	Форма семестрового контролю
Очна (денна/вечірня)	2	150/5	20	30	100	Залік – 4 с
Заочна	2	150/5	6	10	134	Залік – 4 с

Індекс: НДФ-1-142/21-ОК 2.1.1

НДФ-1-142/21-ОК 2.1.1з

СМЯ НАУ РПДН 07.01.03-01-2021



Система менеджменту якості.
Робоча програма
навчальної дисципліни
«Аеродинаміка осьових компресорів
газотурбінних двигунів»

Шифр
документа

СМЯ НАУ
РПДН 07.01.03–01-2021

Стор. 2 із 11

Робочу програму навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів» розроблено на основі освітньо-наукової програми «Енергетичне машинобудування», навчального №НДФ–1–142/21 та робочих № РДФ–1–142/21, № РДФ–1–142/21з навчальних планів підготовки здобувачів ступеня доктора філософії за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування».

Робочу програму розробив

професор кафедри авіаційних двигунів _____

завідувач кафедри авіаційних двигунів _____

К. Балалаєва

Ю. Терещенко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри освітньо-наукової програми «Енергетичне машинобудування» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» – кафедри авіаційних двигунів, протокол №10 від «13» вересня 2021 р.

Завідувач кафедри _____

Ю. Терещенко

Гарант освітньо-наукової програми _____

Ю. Терещенко

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради аерокосмічного факультету, протокол № 1 від «20» 09 2021 р.

Голова НМРР _____

К. Балалаєва

УЗГОДЖЕНО

Завідувач аспірантурою та докторантурою _____


«23» 09 2021 р.

А. Лелеченко

Рівень документа – 36


Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РПДН 07.01.03–01-2021
		Стор. 3 із 11	

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1. Мета та завдання навчальної дисципліни.....	4
1.2. Очікувані результати навчання	4
1.3. Передумови вивчення навчальної дисципліни.....	5
2. Зміст навчальної дисципліни	5
2.1. Програма навчальної дисципліни	5
2.2. Тематичний план навчальної дисципліни	6
2.3. Самостійна робота аспірантів.....	7
3. Навчально-методичні матеріали	7
3.1. Методи навчання	7
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна)	8
3.3. Інформаційні інтернет-ресурси.....	8
4. Система оцінювання результатів навчання	8
4.1. Засоби діагностики результатів навчальної діяльності	8
4.2. Форми контролю результатів навчання та їх оцінювання	8
4.3. Критерії оцінювання досягнень аспірантів.....	9

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РПДН 07.01.03–01-2021
		Стор. 4 із 11	

ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів» розроблена на основі Методичних рекомендацій щодо розроблення робочих програм навчальних дисциплін з підготовки здобувачів ступеня доктора філософії у Національному авіаційному університеті, затверджених наказом ректора від 01.06.2021 р., №321/од.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Мета, завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування системи уявлень щодо покращення аеродинаміки компресорів газотурбінних двигунів є актуальною науково-практичною задачею. Отримані знання можуть бути використані під час створення перспективних та модернізації існуючих газотурбінних двигунів..

Завданнями навчальної дисципліни є: оволодіти знаннями щодо аеродинамічних характеристик осьових компресорів газотурбінних двигунів.

1.2. Очікувані результати навчання

Навчальна дисципліна «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів» дає можливість досягти таких *програмних результатів*:

Знати та розуміти шляхи покращення параметрів та характеристик осьових компресорів газотурбінних двигунів та вміти розраховувати параметри течії в елементах осьового компресора.

В процесі вивчення дисципліни аспіранти отримують наступну *компетентність*:

- здатність до вирішення задач щодо аеродинамічного вдосконалення елементів осьових компресорів газотурбінних двигунів.


1.3. Передумови вивчення навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів» базується загальних та фахових знаннях у сфері двигунобудування. Знання з дисципліни можуть бути використані при написанні дисертаційної роботи.

2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Програма навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни складається з одного навчального модуля №1 «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів», який є логічною завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РПДН 07.01.03–01-2021
		Стор. 5 із 11	

Модуль №1 «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»

Інтегровані вимоги:

– мати передові концептуальні та методологічні знання з двигунобудування і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та здійснення інновацій.

Тема 1. Аеродинамічні характеристики лопаткових вінців осьових компресорів.


Проблема удосконалення внутрішньої аеродинаміки компресорів газотурбінних двигунів. Задачі удосконалення параметрів і характеристик компресорів газотурбінних двигунів. Течія в компресорах газотурбінних двигунів. Моделювання течії в компресорах газотурбінних двигунів.

Тема 2. Аеродинамічні сліди в компресорах газотурбінних двигунів та їх вплив на параметри та характеристики компресорів.

Аеродинамічні сліди і газодинамічна стійкість компресорів газотурбінних двигунів. Аеродинамічні сліди і аеропружні явища в компресорах газотурбінних двигунів

Тема 3. Газодинамічний вплив на аеродинамічні сліди.

Вплив управління пограничним шаром на обтікання аеродинамічних профілів на аеродинамічні сліди. Вплив газодинамічного управління аеродинамічними слідами на рівень вібронапружень в лопаткових вінцях осьового компресора. Газодинамічна дія на аеродинамічні сліди в компресорі газотурбінного двигуна.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РПДН 07.01.03–01-2021
		Стор. 6 із 11	

2.2. Тематичний план навчальної дисципліни

№ пор	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Очна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Практ./лабор. заняття семінари)	СРС	Усього	Лекції	Практ./лабор. заняття семінари)	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Модуль №1 «Аероакустика газотурбінних двигунів»									
1.1	Аеродинамічні характеристики лопаткових вінців осьових компресорів.	50	8	10	32	50	2	2	46
1.2	Аеродинамічні сліди в компресорах газотурбінних двигунів та їх вплив на параметри та характеристики компресорів.	50	8	10	32	50	2	4	44
1.3	Газодинамічний вплив на аеродинамічні сліди.	44	4	8	32	44	2	2	40
1.6	Модульна контрольна робота	–	–	–	–	6	–	2	4
1.7	Підсумкова контрольна робота	6	–	2	4	–	–	–	–
Усього за модулем №1		150	20	30	100	150	6	10	134
Усього за навчальною дисципліною		150	20	30	100	150	6	10	134


2.3. Самостійна робота аспірантів.

Самостійна робота з дисципліни складається з таких видів роботи:

- 1). Підготовка літературного огляду стану проблеми покращення аеродинаміки осьових компресорів газотурбінних двигунів.
- 2). Моделювання течії в ступені осьового компресора з управлінням аеродинамічними слідами.

Завдання №1 виконується з метою виявлення сучасних тенденцій та актуальних розробок і технічних рішень для вирішення проблеми покращення аеродинаміки осьових компресорів газотурбінних двигунів..

Завдання №2 виконується з метою ознайомлення з методикою моделювання в ступені осьового компресора з управлінням аеродинамічними слідами.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РПДН 07.01.03–01-2021
		Стор. 7 із 11	

Орієнтовна тематика рефератів / завдання для виконання контрольних робіт / перелік питань для підготовки до екзамену тощо розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджується на засіданні кафедри та доводяться до відома аспірантів. При здійсненні самостійної роботи аспіранти мають керуватися відповідними методичними рекомендаціями кафедри.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів» використовуються такі методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний метод;
- метод проблемного викладання;
- репродуктивний метод;
- дослідницький метод.

Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, демонстрацій, самостійному розв'язанні завдань, роботі з навчальною літературою, аналізі та розв'язанні завдань з оцінкою безпеки експлуатації технологічного обладнання.

3.2. Рекомендована література


3.2.1. Базова література

- 1) Аэродинамика компрессоров газотурбинных двигателей с газодинамическим управлением течением. / Под ред. Ю.М. Терещенко. – Запорожье. АТ «Мотор Січ», 2019. – 408 с.
- 2). Аэродинамические следы в компрессорах газотурбинных двигателей / Под ред. Ю. М. Терещенко. – К.: НАУ, 2012. – 232 с.
- 3). Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. Москва: Наука, 1974. – 712 с.
- 5). Чжен П. К.Отрывные течения: монография в 3-х томах/ перевод с англ.: Голубинского А. И.; под ред.: Майкапа Г. И. – Москва: Мир, 1972.

3.2.2. Допоміжна література

- 1). Doroshenko, E. Research into aero acoustic characteristics of two-row impellers of the axial compressor / E. Doroshenko, Y. Tereshchenko, I. Lastivka, I. Kudzinovs'ka // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. – 2018. – V. 2. – N. 8–92. P. 21–24. doi: 10.15587/1729-4061.2018.125697.
- 2) Терещенко Ю. М. Аэродинамическое совершенствование лопаточных аппаратов компрессоров. – М.: Машиностроение, 1988. – 168 с.

3.3. Інформаційні інтернет-ресурси

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РПДН 07.01.03– 01-2021
		Стор. 8 із 11	

2). Springer / [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.springer.com/gp/search?query=axial+compressor&submit=%D0%9E%D1%82%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D1%8C>

4. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

4.1. Засоби оцінювання результатів навчальної діяльності.

Діагностика навчальних досягнень аспірантів здійснюється шляхом обов'язкового виконання аспірантами таких видів початкової діяльності:

Діяльність №1. Підготовка літературного огляду стану проблеми покращення аеродинаміки осьових компресорів газотурбінних двигунів.

Діяльність №2. Моделювання течії в ступені осьового компресора з управлінням аеродинамічними слідами.


4.2. Форми контролю результатів навчання та їх оцінювання

4.2.1. Оцінювання навчальної роботи аспіранта здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної діяльності	Максимальна кількість балів	
	Очна форма навчання	Заочна форма навчання
Модуль №1. «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»		
Діяльність №1. Підготовка літературного огляду стану проблеми покращення аеродинаміки осьових компресорів газотурбінних двигунів.	30	20
Діяльність №2. Моделювання течії в ступені осьового компресора з управлінням аеродинамічними слідами.	30	20
Модульна контрольна робота	–	20
Підсумкова контрольна робота	20	–
Всього за модулем	80	60
Екзамен	20	40
Підсумкова рейтингова оцінка	100	

4.2.2. Переведення підсумкової рейтингової оцінки в балах в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS здійснюється відповідно до табл. 4.2.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РПДН 07.01.03–01-2021
		Стор. 9 із 11	

Таблиця 4.2

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82-89	Добре	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
75-81		C	Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67-74	Задовільно	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60-66		E	Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35-59	Незадовільно	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
1-34		F	Незадовільно (з обов'язковим повторним курсом)

4.2.3. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, індивідуального навчального плану аспіранта та до академічної довідки про виконання освітньо-наукової програми.


4.3. Критерії оцінювання досягнень аспірантів.

4.3.1. Критерієм успішного проходження аспірантом оцінювання є досягнення ним мінімальних рівнів оцінок за кожним запланованим видом навчальної діяльності.

Виконані види навчальної роботи зараховуються аспіранту, якщо він отримав за них позитивну оцінку (за національною шкалою) відповідно до даних табл. 4.3.

4.3.2. Аспірант допускається до виконання модульної контрольної роботи за умови наявності у нього поточної модульної рейтингової оцінки величиною не менше 60% максимальної поточної модульної рейтингової оцінки.

Слід мати на увазі, що отримання аспірантом лише мінімальних оцінок за виконання окремих видів навчальної роботи з певного модуля може виявитися недостатнім для отримання допуску до виконання модульної контрольної роботи та потребуватиме виконання ним додаткового індивідуального завдання, захистити його з позитивною оцінкою в балах, яка буде додана до поточної модульної рейтингової оцінки.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РПДН 07.01.03–01-2021
		Стор. 10 із 11	


Таблиця 4.3

**Відповідність рейтингових оцінок за окремі види навчальної роботи в балах
оцінкам за національною шкалою**

Рейтингова оцінка в балах						Оцінка за національною шкалою
Оцінка за діяльність 1		Оцінка за діяльність 2		Модульна контрольна оцінка	Підсумкова контрольна оцінка	
Очна форма навчання	Заочна форма навчання	Очна форма навчання	Заочна форма навчання			
27-30	18-20	27-30	18-20	18-20	18-20	Відмінно
23-26	15-17	23-26	15-17	15-17	15-17	Добре
18-22	12-14	18-22	12-14	12-14	12-14	Задовільно
менше 18	менше 12	менше 18	менше 12	менше 12	менше 12	Незадовільно

4.3.3. До екзамену аспірант допускається за умови отримання позитивних (за національною шкалою) контрольних модульних рейтингових оцінок.

У разі отримання незадовільних контрольної модульної чи екзаменаційної рейтингових оцінок аспірант повинен повторно пройти відповідний контроль в установленому порядку. При повторному його проходженні максимальна величина рейтингової оцінки в балах не повинна перевищувати максимальне значення оцінки «Добре» за національною шкалою.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Аеродинаміка осьових компресорів газотурбінних двигунів»	Шифр документа	СМЯ НАУ РПДН 07.01.03–01-2021
		Стор. 11 із 11	

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				